

оптимальная байесовская оценка $\hat{x}(k)$ текущего состояния $x(k)$ реализуется в виде оператора апостериорного среднего.

Задачей экспериментальных исследований является определение ошибки измерения расстояния. Исследование проводили на местности в горизонтальной плоскости с углом от -90° до $+90^\circ$ с шагом 45° . Расчет ошибок с определением координат выполнен методом статистических испытаний при усреднении по 100 независимым реализациям гауссовых ошибок в канале наблюдений и различным начальным условиям для (2). При движении сканера в пределах действия радиочастотной метки радиусом 100 м со скоростью 5 км/ч ошибки измерений предположили статистически независимыми во времени с нулевым средним и среднеквадратичным отклонением 30 мм. Интервал сканирования, т.е. поступление данных – 1 с. Расстояние R между точками S_1 и S_2 выбрали 1 м, длину волны сигнала – 130 мм. Произведен расчет максимальной ошибки при определении места расположения радиочастотной метки M .

Библиографический список

1. Савин А.А., Тисленко В.И. Сравнительный анализ алгоритмов определения времени прихода импульсного сигнала при многолучевом распространении радиоволн // Изв. вузов России. Радиоэлектроника. 2006. № 6. С. 62—66.
2. Сейдж Э., Мелс Дж. Теория оценивания и ее применение в связи и управлении / под ред. Б.Р. Левина. М.: Связь, 1976. 496 с.
3. Doucet A. On Sequential Simulation-Based Methods for Bayesian Filtering // Technical report CUED / F-INFENG / TR 310, Department of Engineering, Cambridge University, 1998.

УДК 630*6

С.П. Санников, В.В. Шипилов, П.А. Серков
(S.P. Sannikov, V.V. SHipilov, P.A. Serkov)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Ekaterinburg)

СИСТЕМА НАВЕДЕНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА МАНИПУЛЯТОРА НА ДЕРЕВО (GUIDANCE SYSTEM OF BODY MANIPULATOR ON WOOD)

Разработана система наведения рабочего органа манипулятора лесозаготовительной машины на ствол дерева с помощью радиочастотных меток.

Developed guidance system working body manipulator harvester on a tree trunk with RFID tags.

Предложенный способ [1] наведения рабочего органа манипулятора лесозаготовительной машины (ЛЗМ) на ствол дерева оператором, который указывает объект посредством лазерного дальномера, имеет ряд недостатков. В лесу в естественных условиях помехами для лазерного дальномера являются листья деревьев, «пышные» кроны и пр. При использовании данного способа наведения манипулятора автор [1] не учитывает «транспортное» запаздывание системы управления рабочим органом ЛЗМ. Оператору с помощью лазерного дальномера необходимо указать две точки на стволе дерева – комель и вершину. Операция, связанная с указанием точек на стволе дерева, отвлекает оператора, что приводит к снижению производительности ЛЗМ.

Производительность ЛЗМ при выборочной рубке можно увеличить за счет автоматизации управления рабочим органом манипулятором при использовании RFID-меток. Предлагаемый способ представляет навигационную систему наведения рабочего органа манипулятора на ствол дерева. Данный способ управления сокращает время на подъезд к дереву, на приближение рабочего органа манипулятора к стволу дерева.

Оператор осуществляет выбор отведенного дерева на карте, отображаемой монитором, на которой автоматически показываются деревья с метками. Такая система способствует сохранности деревьев, т.е. меньшей повреждаемости стволов деревьев во время лесопиления [2]. Система повышает производительность труда оператора ЛЗМ, избавляет его от лишних действий, например по нахождению в лесу отведенного к рубке дерева, и подсказывает, как лучше поставить машину.

Данная система является экспертной – производит расчет расстояний до расположенных меток на деревьях, производит анализ расчетов и предлагает оператору варианты для выбора. Специальные радиочастотные датчики, расположенные на стволах деревьев, считываются сканером с монитором, который находится в кабине ЛЗМ. Радиочастотные метки, расположенные на стволах деревьев, содержат информацию о дереве (порода, возраст, координаты нахождения дерева).

Структурная схема системы автоматизированного наведения рабочего органа манипулятора ЛЗМ показана на рис. 1. Система состоит из радиочастотного датчика (метки), установленного на стволе дерева, манипулятора с рабочим органом, установленного на мобильном шасси с кабиной оператора, сканирующего устройства, расположенного в кабине оператора, для обнаружения и распознавания радиочастотного датчика, который связан со штатной системой управления манипулятором и рабочим органом.

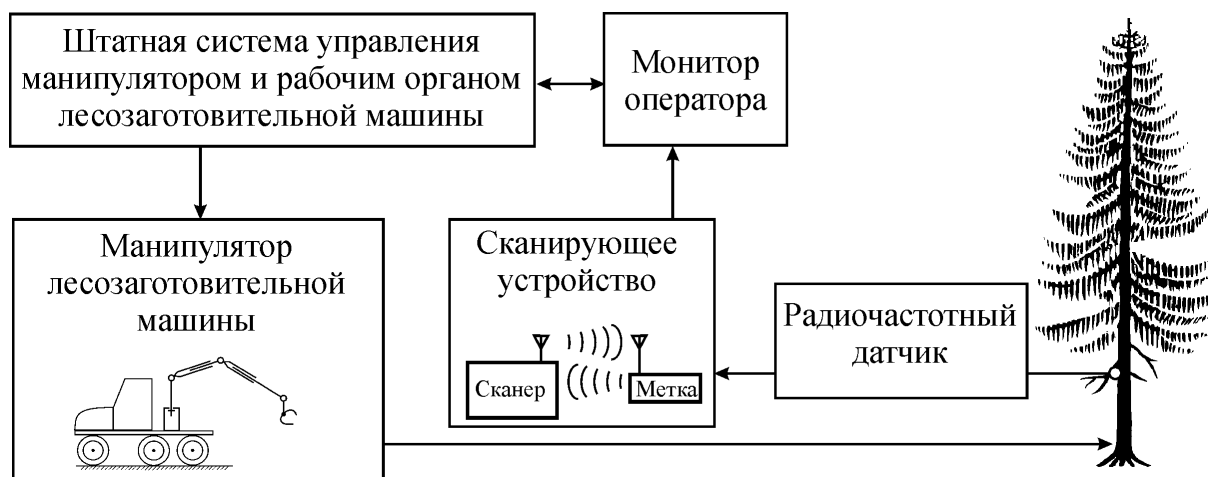


Рис. 1. Структурная схема экспертной системы наведения рабочего органа манипулятора ЛЗМ

Действует система следующим образом. При лесоотводе соответствующие деревья заносятся в базу данных и помечаются на вырубку. Сформированная таким образом база данных является неким документом для производства порубочных работ оператором ЛЗМ. Приближение рабочего органа манипулятора к дереву, не отмеченному в базе данных, выдаст оператору ЛЗМ соответствующую информацию. На мониторе у оператора высвечивается карта с отмеченными на ней цветными точками деревьями для спиливания. Цвет и форма точки указывают на геометрические размеры и породу дерева. При наведении манипулятора на помеченное дерево у оператора на мониторе метка становится активной, увеличивается в размерах и появляется информация о дереве: порода, высота, диаметр и пр. Таким образом, оператор имеет полную информацию о дереве и принимает решение – как распилить и куда положить сортимент. Система помогает принять правильное решение во время валки деревьев.

После принятого оператором решения контроллер по специально разработанному алгоритму наводит рабочий орган манипулятора на ствол дерева. Для разработки управляющей программы контроллера разработана виртуальная модель с использованием расчетных данных, приведенных в работе [3]. Контроллер определяет скорости перемещения элементов (звеньев) манипулятора, с тем чтобы помочь оператору быстро и без потерь времени подвести рабочий орган (захват) манипулятора на выбранный ствол дерева. На рис. 2 представлены результаты ускорения захвата при различных линейных скоростях движения и начальных углах, которые использованы в программе управления манипулятором ЛЗМ.

На основе полученных данных (см. [3]) о движения точки *В* рабочего органа захвата построены алгоритмы программ для контроллеров управления манипулятором. Наилучшим вариантом совместной работы

звеньев является вращение стрелы при возможном выдвижении рукояти (см. рис. 2, кривые 1 и 4). Технологические возможности манипулятора можно оценить после исследования характера зон обслуживания манипулятора при различных вариациях его перемещения в лесном массиве.

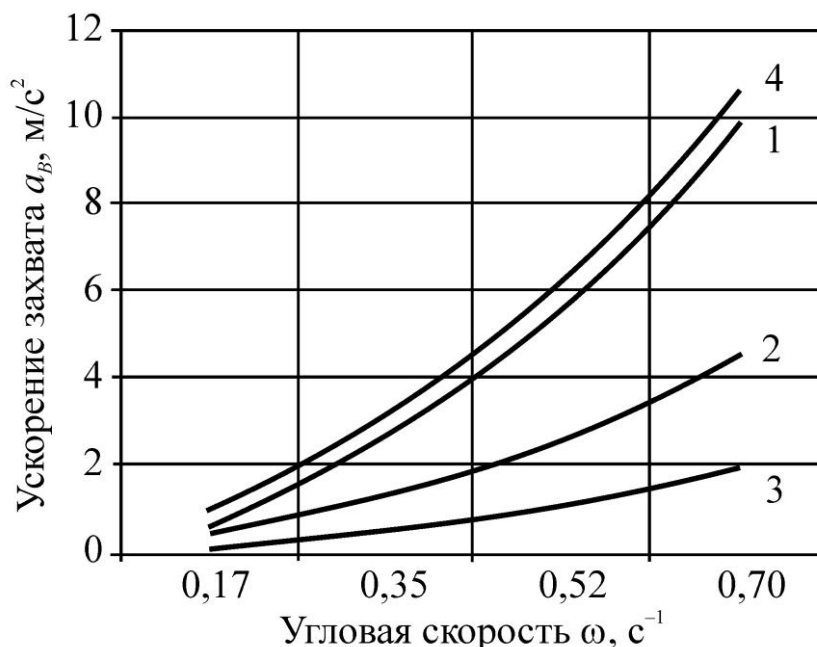


Рис. 2. Ускорения захвата манипулятора при начальных углах $\varphi = 60^\circ$, $\psi = 180^\circ$ и линейной скорости $U = 1$ м/с:

- 1 – стрела и рукоять вращаются и не выдвигаются;
- 2 – стрела вращается, рукоять выдвигается и не вращается;
- 3 – стрела неподвижна, рукоять вращается;
- 4 – стрела вращается, рукоять вращается и выдвигается

Библиографический список

1. Способ наведения рабочего органа манипулятора лесной машины на объект / Шобанов Л.Н., Шургин А.И. Заявка на изобретение 2010147210. М., 2012.
2. Герц Э.Ф., Санников С.П., Соловьев В.М. Использование радиочастотных устройств для мониторинга экологической ситуации в лесах // Аграрный вестник Урала. 2012 г. № 1 (93). С. 37–39.
3. Добрачев А.А., Раевская Л.Т., Швец А.В. Исследование кинематики работы звеньев манипулятора в обобщенном виде. // Лесной вестник: науч.-информ. жур. М.: Изд-во Моск. гос. ун-та леса. 2008. № 3. С. 118–122.